

# VERBUNDREGELSYSTEM FUER KRAFTFAHRZEUGE

**Patent number:** DE3939292

**Publication date:** 1991-05-29

**Inventor:** HOFFMANN MICHAEL DR (DE); ECKERT ALFRED (DE); FENNEL HELMUT (DE); GIERS BERNHARDT (DE); KRANZ THOMAS (DE); NEUMANN ULRICH (DE); RIETH PETER DR (DE); BLECKMANN HANS-W (DE)

**Applicant:** TEVES GMBH ALFRED (DE)

**Classification:**

- **International:** B60G17/00; B60K28/16; B60R16/00; B60T8/32

- **european:** B60G17/015G; B60T8/00B10B4; B60T8/00B10H; B60T8/00B12; B60T8/32A; B60T8/32D16B

**Application number:** DE19893939292 19891128

**Priority number(s):** DE19893939292 19891128

**Also published as:**

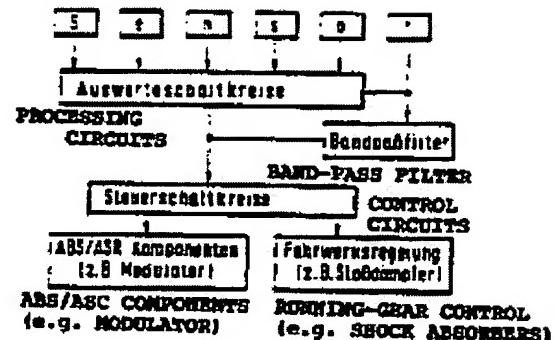
WO9108120 (A1)

EP0502846 (A1)

EP0502846 (B1)

## Abstract of DE3939292

The proposed control system comprises active or semi-active ride-control and anti-blocking system (ABS) and/or anti-slip control (ASC) components, with common sensors and common data-processing or control circuits. The invention calls for the processing circuits to determine a safety level, and for the control circuits to provide the ABS/ASC components and the ride-control system with control signals as a function of this safety level. These measures enable optimum use to be made of existing sensors and control units, as well as making it particularly simple to allow for the interdependence between road-surface irregularities and steering. A comfortable ride is obtained at all times, while still meeting all safety requirements, and there are also safety and speed benefits for the ABS/ASC system.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# ⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 39 39 292 A 1

⑮ Int. Cl. 5:

B 60 G 17/00

B 60 T 8/32

B 60 K 28/16

B 60 R 16/00

DE 39 39 292 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 39 39 292.9

⑯ Anmeldetag: 28. 11. 89

⑯ Offenlegungstag: 29. 5. 91

⑯ Anmelder:

Alfred Teves GmbH, 6000 Frankfurt, DE

⑯ Erfinder:

Hoffmann, Michael, Dr., 6349 Mittenaa, DE; Eckert, Alfred, 6500 Mainz, DE; Neumann, Ulrich, 6101 Roßdorf, DE; Fennel, Helmut, 6232 Bad Soden, DE; Giers, Bernhardt, 6101 Roßdorf, DE; Bleckmann, Hans-W., 6350 Bad Nauheim, DE; Rieth, Peter, Dr., 6228 Eltville, DE; Kranz, Thomas, 6365 Nieder-Rosbach, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 35 45 717 C2

DE 19 02 944 B2

DE 39 17 245 A1

DE 39 06 680 A1

DE 38 27 807 A1

DE 37 31 756 A1

DE 37 31 228 A1

DE 37 22 088 A1

DE 36 36 260 A1

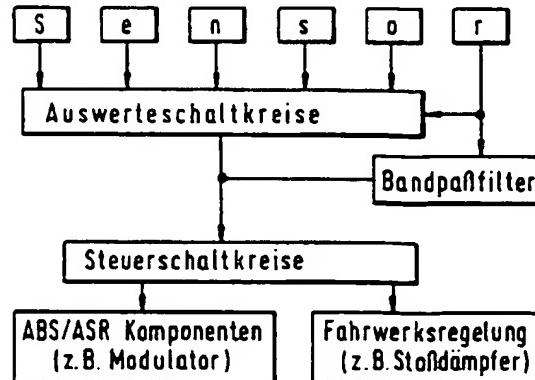
DE 26 27 549 A1

DE-Z: KLEIN, Hans-Christof:

Pkw-ABV-Bremssysteme mit weiteren integrierten  
Funktionen. In: Elektronik, 5/1989, S. 659-673;

⑯ Verbundregelsystem für Kraftfahrzeuge

Es wird ein Verbundregelsystem für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, das aus einer aktiven bzw. semi-aktiven Fahrwerksreglung und ABS- und/oder ASR-Komponenten besteht, die über gemeinsame Sensoren und Auswerte- bzw. Steuerschaltkreise verfügen. Es ist vorgesehen, daß die Auswerteschaltkreise ein Sicherheitsniveau ermitteln und daß die Steuerschaltkreise in Abhängigkeit von der Bewertung dieses Sicherheitsniveaus Steuersignale an die ABS/ASR-Komponenten und die Fahrwerksregelung abgeben. Diese Maßnahmen erlauben eine optimale Ausnutzung vorhandener Sensoren und Steuereinheiten sowie eine besonders einfache Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Fahrbahnreagierungen und Fahrmanövern, man erhält somit eine stets komfortable und dennoch allen Sicherheitsanforderungen entsprechende Fahrwerksregelung sowie Sicherheits- und Geschwindigkeitsvorteile für die ABS/ASR-Anlage.



DE 39 39 292 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verbundregelsystem für Kraftfahrzeuge bestehend aus mindestens einer hydraulischen Anlage mit einer Hilfsenergiequelle, aus mindestens einer elektronischen Kontrolleinheit zur Steuerung oder Regelung der hydraulischen Anlage(n) und aus Sensoren zur Erfassung von Meßgrößen, die Signale an die elektronische(n) Kontrolleinheit(en) abgeben.

Fahrverhalten und Komfort eines Kraftfahrzeuges werden im wesentlichen durch Dämpfer und Federn bestimmt, bei Abstimmung des Fahrwerks ist immer eine Kompromiß zwischen Sicherheit (minimale Radlastschwankungen) und Komfort (minimale Aufbaubeschleunigungen) einzugehen.

Für ABS/ASR-Anlagen gilt ähnliches, denn dort ist stets ein Kompromiß zwischen optimaler Beschleunigung bzw. Verzögerung und Fahrstabilität zu erreichen. Die beiden Ziele konkurrieren jedoch miteinander, da ein Rad, das maximales Längsmoment überträgt, keine stabilisierenden Querkräfte mehr übertragen kann und umgekehrt. Ein weiteres Problem ist es, die Ursache von Raddrehgeschwindigkeitsänderungen zu erkennen, um eine optimale Regelung zu erzielen.

Durch Regelsysteme, die eine Veränderung der Dämpfungs- und Federrate erlauben, kann gegenüber konventionellen Fahrwerksauslegungen (feste Dämpfungs- und Federraten) sowohl die Sicherheit als auch der Komfort verbessert werden. Abhängig von Reaktionszeiten und Energiebedarf können die bekannten Systeme in drei Gruppen gegliedert werden:

- a) adaptiv-passiv: Reaktionszeit größer als Systemzeit, geringer Energieverbrauch
- b) semi-aktiv: Reaktionszeit kleiner als Systemzeit, 35 geringer Energieverbrauch
- c) aktiv: Reaktionszeit kleiner als Systemzeit, hoher Energieverbrauch.

Das Schwingungsverhalten des Fahrzeugs wird 40 durch zwei Anregungsquellen beeinflußt, nämlich einerseits durch Fahrbahnunebenheiten und andererseits durch Einflüsse des Fahrers. Während für den ersten Fall schon relativ fortgeschrittene Regelalgorithmen bestehen, wird der zweite Fall in bekannten Systemen durch eine reine Steuerung behandelt, eine Interaktion zwischen Fahrbahnerregungen und Fahrmanövern findet nicht statt. Wird infolge von Fahrmanövern eine sicherheitskritische Situation erkannt, wird grundsätzlich eine harte Dämpfereinstellung gewählt, in Fig. 1 ist diese Regelstrategie schematisch dargestellt. Aus dem Frequenzgang für die Reifenverformung, die ein Meßwert für die Radlastschwankungen ist, wird deutlich, daß jedoch bei einer Fahrbahnerregung im Bereich zwischen Aufbau- und Radeigenfrequenz eine harte Dämpfereinstellung zu hohen Radlastschwankungen führt, dieser Sachverhalt ist in Fig. 2 dargestellt.

Aus der DE-OS 37 38 284 ist eine semi-aktive Fahrwerksregelung bekannt, die sowohl hochfrequente Bewegungen der Radeigendynamik als auch niederfrequente Aufbaubewegungen wirkungsvoll beherrschen soll und eine entscheidende fahrdynamische Verbesserung gegenüber konventionellen Systemen erzielen soll.

Bisher ging man davon aus, daß Fahrwerksregelungen und ABS/ASR-Anlagen unabhängig voneinander weiterentwickelt und verbessert werden müßten, da an die verschiedenen Systeme grundsätzlich verschiedene Anforderungen gestellt werden. Die physikalischen

Vorgänge, die zu beherrschen sind, unterscheiden sich sehr deutlich voneinander. Dieses Vorgehen hat jedoch zur Folge, daß für jede Regelanlage Daten erfaßt und verarbeitet werden müssen; außerdem beeinflussen sich die Systeme teilweise störend gegenseitig. In dem Artikel "Pkw-ABV-Bremssysteme mit weiteren integrierten Funktionen" (Automobil Industrie Nr. 5/89) wurde zwar schon vorgeschlagen einen Datenverbund und eine gemeinsame Hilfsenergiequelle für ABS/ASR und Fahrwerksregelung vorzusehen, wobei die Daten über einen Daten-Bus ausgetauscht werden, aber eine derartige Anlage mit vielen gleichartigen Sensoren, zahlreichen Datenleitungen und mehreren Auswerte- und Steuerschaltkreisen ist teuer und aufwendig.

15 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verbundregelsystem für Kraftfahrzeuge vorzuschlagen, das alle Anforderungen, die an ABS/ASR-Anlagen und Fahrwerksregelungen gestellt werden, erfüllt, und außerdem besonders preisgünstig und einfach herstellbar ist.

20 Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß dieses Verbundregelsystem aus ABS- und/oder ASR-Komponenten und einer aktiven oder semi-aktiven Fahrwerksregelung besteht, daß Auswerte- und Steuerschaltkreisen in der elektronischen Kontrolleinheit zur Verarbeitung der von den ABS/ASR und Fahrwerksregelung gemeinsam zugeordneten Sensoren abgegebenen Signale vorgenommen sind, daß die Auswerteschaltkreise ein Sicherheitsniveau ermitteln und daß die Steuerschaltkreise in Abhängigkeit von der Bewertung dieses Sicherheitsniveaus Steuersignale an die ABS/ASR-Komponenten und die Fahrwerksregelung abgeben. Die Möglichkeit einer erweiterten Signal-Korrelation führt zu einer weitergehenden Absicherung der Regelentscheidung, was die Systemzuverlässigkeit erhöht. Dabei sind beispielsweise ein Modulator oder Ventilblöcke sowie der Anteil der Schaltkreise, der ausschließlich ABS/ASR beeinflußt, unter dem Begriff ABS/ASR-Komponenten zusammengefaßt. Bei einer Bremsung auf unebener Fahrbahn kann die ABS-Anlage schon in Betrieb gehen, bevor ein Rad zu Blockieren beginnt, da die Schaltkreise so ausbildbar sind, daß sie in diesem Fall auch einen schlechten Fahrbahnbeflag "erwarten". Oder man legt die Schaltkreise so aus, daß im Fall von ABS- oder ASR-Regelung die Dämpfkraftverstellung stets für maximalen Fahrbahnkontakt, d. h. minimale Radlastschwankungen, sorgt.

25 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, die Auswerte- und Steuerschaltkreise in einem Baulement, beispielsweise einem Mikrochip, anzurufen. Diese Maßnahme ist platzsparend und erlaubt sehr schnelle Datenverarbeitung.

30 Besonders günstig ist es, wenn die Sensoren zumindest einige der folgenden Größen erfassen bzw. Daten zu ihrer Ermittlung aufnehmen: Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Drosselklappenstellung und/oder Motormoment, Bremsdruck und/oder Pedalweg, Radvertikalgeschwindigkeit, Raddrehgeschwindigkeit, Aufbaugeschwindigkeit und Beladungszustand. Die meisten dieser Größen werden von mehreren der am Verbund beteiligten Regelanlagen benötigt. Das heißt, es ist eine deutliche Kostensenkung durch mehrfache Verwendung von nur einmal erfaßten Daten möglich.

35 Es ist also nicht nur besonders vorteilhaft und preisgünstig, eine gemeinsame Steuereinrichtung und/oder gemeinsame Sensoren für alle Anlagen zu verwenden, sondern bringt neben einer erhöhten Sicherheit im Bereich der Fahrwerksregelung auch erhöhten Komfort mit sich.

Anhand einiger Beispiele werden einzelne Systemverbesserungen erläutert. Wird etwa zur Bekämpfung des Bremsnickens der für ABS sensierte Bremspedalweg verwendet, so kann das Verbundregelsystem bei gleicher Reaktionsschnelligkeit besser reagieren als eine herkömmliche Fahrwerksregelung. Denn im erläuterten Fall wird die Aktion (Pedalbetätigung) und im zweiten Fall in der Regel die Reaktion (Bremsdruck bzw. Fahrzeuglängs- und/oder -vertikalgeschwindigkeit) sensiert. Ähnliches gilt für das Ausheben beim Beschleunigen, wenn Drosselklappenstellung bzw. Motormoment ermittelt werden.

Weiterhin ist es günstig, wenn ABS- und/oder ASR-Anlagen Lenkwinkelinformation erhalten, da andernfalls die Zustände Bremsen in der Kurve und Bremsen auf unterschiedlichen Reibwerten je Fahrzeugseite nicht eindeutig erkannt und behandelt werden können. Dies ist jedoch zur Giermomentsbeeinflussung notwendig.

Für die ASR-Funktion ist die Kurvenerkennung ebenfalls von Bedeutung, da im Falle hoher Querbeschleunigungen das maximal mögliche Antriebsmoment nicht ausgenutzt werden darf, um ausreichende stabilisierende Seitenführungskräfte aufzubringen zu können. Mit der Einbindung der Lenkwinkelinformation kann eine sichere Kurvenerkennung und damit eine verbesserte ASR-Funktion erreicht werden.

Auch der Beladungszustand verändert das Fahrverhalten und wird daher von der Fahrwerkregelkomponente berücksichtigt. Für Fahrzeuge mit hohem Zuladungsanteil und einer Vierkanal-ABS-Regelung kann jedoch auch die beladbare Achse beladungshängig geregelt werden. Dabei bietet sich für den unbeladenen Zustand eine "select-low"- und für den beladenen Zustand eine Einzelrad-Regelung an.

Die in weiteren Unteransprüchen beschriebenen Ausführungsformen werden im folgenden anhand der Zeichnungen und Diagramme erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** schematisch das Regelverhalten einer bekannten Fahrwerksregelung (Stand der Technik),

**Fig. 2** den Frequenzgang der Reifenverformung für zwei verschiedene Dämpfereinstellungen (Stand der Technik),

**Fig. 3** im Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Verbundregelsystems,

**Fig. 4** schematisch einen semi-aktiven Stoßdämpfer,

**Fig. 5** den Frequenzgang von Aufbaubeschleunigung (a) und Reifenverformung (b) bei einer semi-aktiven und verschiedenen passiven Dämpfereinstellungen,

**Fig. 6** den Frequenzgang der Reifenverformung (a) und der Aufbaubeschleunigung (b), wobei aktiver und passiver Dämpfungsanteil gegenüber **Fig. 5** modifiziert wurden,

**Fig. 7** den Frequenzgang von Reifenverformung (a) und Aufbaubeschleunigung (b), wobei die Modifikation der Dämpfereinstellung nur im Bereich zwischen den beiden Eigenfrequenzen vorgenommen wurde,

**Fig. 8** ein Kraftfahrzeug mit einer möglichen Ausführungsform eines erfundungsgemäßen Verbundregelsystems.

**Fig. 3** zeigt im Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Verbundregelsystems. In **Fig. 3a** sind die wichtigsten Elemente und ihre Verknüpfungen dargestellt. Die Ausgangssignale der Sensoren werden den Auswerteschaltkreisen und eines dieser Ausgangssignale zusätzlich einem Bandpaßfilter zugeführt. Die Ausgangssignale von Bandpaßfilter und Auswerteschaltkreisen werden miteinander verknüpft und

bilden das Eingangssignal der Steuerschaltkreise. Letztere geben schließlich Steuersignale an die ABS/ASR-Komponenten und die Fahrwerksregelung ab. In **Fig. 3b** ist eine mögliche Ausführungsform dargestellt und der Verbund zwischen Anti-Blockier-System (ABS), AntriebsSchlupf-Regelung (ASR), Automatischer-Dämpfkraft-Regelung (ADR) sowie Automatischer-Niveau-Regelung (ANR) zu erkennen. Anstelle der gezeigten Radbeschleunigungssensoren können auch Weggeber verwendet werden, die die Federwegsensoren überflüssig machen. **Fig. 3c** zeigt den die Dämpfungsregelung betreffenden Teil aus den **Fig. 3a** und **b** im Detail. Gestrichelt sind die Einheiten zusammengefaßt, die die Auswerte- bzw. Steuerschaltkreise ausmachen. Von den Sensoren werden folgende Größen erfaßt: Geschwindigkeit  $v_F$  des Fahrzeugs, Drosselklappenwinkel  $\varphi$ , Pedalweg  $s_p$ , Lenkwinkel  $\delta$ , Niveaudruck  $p_N$ , Aufbaubeschleunigung  $a_A$  und Rad(vertikal)beschleunigung  $a_R$ . Diese Größen werden teilweise zunächst integriert oder differenziert bzw. aus dem Pedalweg  $s_p$  ein Bremsdruck  $p_B$  ermittelt und anschließend bis auf die Beschleunigungen/Geschwindigkeiten von Rädern und Aufbau zur Ermittlung des Sicherheitsniveaus  $S$  verrechnet. Aus Aufbau- und Radvertikalgeschwindigkeit wird eine Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  ermittelt.

Die Relativgeschwindigkeit und die Aufbaugeschwindigkeit werden den Steuerschaltkreisen direkt zugeleitet. Außerdem werden die Ausgangssignale der Radbeschleunigungssensoren dem Bandpaßfilter zugeführt, dessen Grenzfrequenz in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Niveaudrucksensors variabel ist. Dessen Ausgangssignal wird mit dem Ausgangssignal der Stufe, die das Sicherheitsniveau  $S$  ermittelt, multipliziert und ebenso den Steuerschaltkreisen zugeführt. Dort wird zunächst jedem modifizierten Sicherheitsniveau  $S$  eine Dämpferveränderung  $\Delta B$  zugeordnet. Dieses  $\Delta B$  wird nun einerseits zum normalen passiven Dämpferanteil  $B_0$  addiert und liefert so den passiven Dämpferanteil  $B_p$ . Weiterhin wird der aktive Dämpferanteil  $B_a$  um  $\Delta B$  vermindert und mit der negativen Aufbaugeschwindigkeit  $v_A$  multipliziert, um den aktiven Anteil der Dämpfungskraft  $F_d$  zu erhalten. Die gesamte Dämpfungskraft  $F_d$  ergibt sich dann als Summe von aktiven und passiven Anteil, wobei der passive Anteil ein Produkt von passiven Dämpferanteil  $B_p$  und Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  ist. Nachdem in dem Steuerschaltkreis die notwendige Dämpfungskraft  $F_d$  ermittelt wurde, wird ein Steuersignal zur Einstellung dieser Kraft an die Stoßdämpfer abgegeben.

Die Auswirkungen der Signalverarbeitung in den Steuer- und Auswertschaltkreisen werden im folgenden anhand der weiteren Figuren schrittweise erläutert.

Die Behandlung von Fahrbahnunebenheiten erfolgt mit einem semi-aktiven Regelalgorithmus. Hierzu zerlegt man gedanklich den Dämpfer in einen passiven (festen) und einen aktiven (veränderbaren) Anteil, wie es in **Fig. 4** dargestellt ist. Dabei steht  $M$  jeweils für die Masse, wobei der Index  $A$  den Aufbau und der Index  $R$  das Rad charakterisiert,  $k$  steht für eine Federrate und  $B$  für eine Dämpfungsrate, die Indizes  $a$  und  $p$  werden als Abkürzungen für aktiv und passiv verwendet, wobei sich die Gesamtdämpfungskraft  $F_d$  bzw. Dämpfungsrate  $B$  jeweils aus einem aktiven und einem passiven Anteil zusammensetzt. Die aktive Dämpfungskraft wird nun so gesteuert, daß sie stets (sofern es die Dämpferbewegung gestattet) der Aufbaubewegung entgegenwirkt und proportional zur Aufbaugeschwindigkeit  $v_A$  ist. Solange kein sicherheitskritischer Fahrzustand eintritt, wird für

den passiven Anteil eine möglichst weiche Dämpfungsstufe gewählt.

Die semi-aktive Regelung ermöglicht im Vergleich zu konventionellen Fahrwerksabstimmungen eine wesentliche Komfortverbesserung. In Fig. 5 sind die Frequenzgänge von Aufbaubeschleunigung (Maß für Komfort) und Reifenverformung (Maß für Sicherheit) bei verschiedenen Dämpfungen gezeigt. In Fig. 5a ist zu sehen, daß die Aufbaubeschleunigungen im gesamten Frequenzbereich bei der semi-aktiven Regelung am geringsten sind, dies bedeutet also hohen Komfort. Für sicherheitskritische Fahrzustände ist diese Strategie jedoch nicht ausreichend, da bei Fahrbahnerregungen im Bereich der Radeigenfrequenz hohe Radlastschwankungen auftreten, dies ist in Fig. 5b in der durchgezogenen Linie erkennbar.

Daher wird der semi-aktiven Regelung ein Kreis überlagert, der sicherheitskritische Manöver erkennt und behandelt. Hierzu wird aus den Größen Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Drosselklappenstellung, Bremsdruck bzw. Pedalweg, Lenkwinkel und anderen ein Sicherheitsniveau ermittelt. Abhängig von diesem Sicherheitsniveau wird nun der passive Dämpfungsanteil um  $\Delta B$  erhöht und der Verstärkfaktor für den aktiven Dämpfungsanteil um  $\Delta B$  erniedrigt (im Sinne eines Zustandsreglers ist dies äquivalent mit einer stärkeren Rückführung der Radvertikalgeschwindigkeit). Fig. 6 zeigt die Auswirkungen dieses Vorgehens auf die Frequenzgänge der Reifenverformung und der Aufbaubeschleunigungen, jeweils sind die Kurven für verschiedene  $\Delta B$ 's aufgezeichnet.

Eine verstärkte Rückführung der Radvertikalgeschwindigkeit führt jedoch dazu, daß bei dominanten Fahrbahnregungen im Bereich zwischen der Aufbau- und Radeigenfrequenz größere Radlastschwankungen auftreten als ohne dieses Vorgehen. Mit Hilfe eines Bandpaßfilters werden solche dominanten Fahrbahnerregungen erkannt und  $\Delta B$  wieder abgeschwächt, die sich daraus ergebenen Frequenzgänge für Reifenverformung und Aufbaubeschleunigung sind in Fig. 7 dargestellt.

Der vorgestellte Regelalgorithmus erlaubt es die freien Regelparameter als Funktion des Beladungszustands darzustellen, so wird z. B. bei einer gewissen Fahrzeugquerbeschleunigung ein vollbeladenes Fahrzeug kritischer bewertet als ein Fahrzeug mit Leergewicht. Der Beladungszustand läßt sich auf einfache Weise beispielsweise über die Sensierung des Niveaudruckes ermitteln.

In Fig. 8 ist ein Kraftfahrzeug, das mit einer erfundengemäßen Vorrichtung zur semi-aktiven Fahrwerksregelung ausgerüstet ist, dargestellt. Man erkennt das Bremspedal 1, durch das in gewohnter Weise ein Bremskraftverstärker 2 und ein Hauptzylinder 3 betätigt werden. Vom Hauptzylinder 3 aus führen hydraulische Leitungen 4 zum ABS-Modulator und -Ventilblock 5, der Ventile zur Regelung des Drucks in den hydraulischen Leitungen zu den Radbremsen enthält, dieser wird von der elektronischen Kontrolleinheit 6 aus gesteuert, die Auswerte- und Steuerschaltkreise sowie den Bandpaßfilter enthält. An den vorderen und hinteren Rädern 7, 8 sind vordere und hintere Stoßdämpfer 9, 10 angebracht. Oberhalb der Stoßdämpfer 9, 10 befinden sich Beschleunigungssensoren 11, die die Aufbaubeschleunigung  $a_A$  bestimmen, an den Rädern 7, 8 sind Mehrfachfunktionssensoren 12 angebracht, die unter anderem die Radvertikalgeschwindigkeit und das Radrehverhalten bestimmen. Außerdem ist das Kraftfahr-

zeug mit einem Lenkwinkelsensor 13, einem Drosselklappenstellungssensor 14, einem Pedalwegsensor 15, einem Niveaudrucksensor 16 und einem Höhenkontrollschalter 17 ausgerüstet. Mit Hilfe des Niveaudrucksensors 16 wird der Beladungszustand des Kraftfahrzeuges ermittelt und der Höhenkontrollschalter 17 gibt ein positives Signal an die elektronische Kontrolleinheit 6 ab, wenn der Fahrzeugaufbau eine gewisse Höhe über dem Boden hat. Das heißt, er gewährleistet unter Umständen abhängig von der Geschwindigkeit eine Minimalbodenfreiheit unabhängig vom Beladungszustand. Alle von den Sensoren erfaßten Größen werden der elektronischen Kontrolleinheit 6 zugeleitet und dort beispielsweise wie im Zusammenhang mit Fig. 3 verarbeitet.

Der Pedalweg wird im Verbundregelsystem als Maß für die Fahrzeuglängsverzögerung verwendet. Gegenüber bekannten Fahrwerksregelungen die einen Bremsdrucksensor verwenden, kann also ein Sensor eingespart werden. Da sich jedoch die Relation zwischen Pedalweg und Fahrzeuglängsverzögerung in Abhängigkeit von Verschleiß, Temperatur und Beschaffenheit des Bremsbelages sowie von anderen Einflußgrößen ändert, wird eine adaptive Strategie verfolgt. Während jeder ungeregelten Bremsung, d. h. wenn kein ABS-Einsatz erfolgt, wird die aktuelle Relation zwischen Pedalweg und Fahrzeuglängsverzögerung bestimmt und mit abgespeicherten Werten kombiniert, sowie anschließend in einem Speicher abgelegt. Bei der nächsten Bremsung wird dieser abgespeicherte Wert benutzt, um dem Pedalweg eine Sicherheitsniveau zuzuordnen. Eine direkte Verwendung der Fahrzeuglängsverzögerung, berechnet aus der Fahrzeuggeschwindigkeit, ist nicht sinnvoll, da hier die Reaktion und nicht die Aktion sensiert wird, dies würde zu einem zu späten Umschalten der Dämpfer führen. Zur Kalibrierung des Pedalwegsignals kann die Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. ihre ersten beiden zeitlichen Ableitungen allerdings benutzt werden.

Nach der Verarbeitung, die in weiter vorne beschriebener Weise erfolgt, werden entsprechende Stellsignale an die Stoßdämpfer 9, 10 bzw. den ABS-Modulator und -Ventilblock 5 gegeben und so stets ein optimales Fahr- und Bremsverhalten erreicht.

Für die erfundengemäße Vorrichtung zur semi-aktiven Fahrwerksregelung können sowohl Kennfelddämpfer als auch Kennliniendämpfer verwendet werden. Außerdem können auch Reifendrucküberwachungs- bzw. Niveauregelsysteme in das Verbundregelsystem integriert werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Bremspedal
- 2 Bremskraftverstärker
- 3 Hauptzylinder
- 4 Hydraulische Leitung
- 5 ABS-Modulator und -Ventilblock
- 6 Elektronische Kontrolleinheit
- 7 Vorderrad
- 8 Hinterrad
- 9 Vorderer Stoßdämpfer
- 10 Hinterer Stoßdämpfer
- 11 Beschleunigungssensor für den Aufbau
- 12 Mehrfachfunktionssensor für ein Rad
- 13 Lenkwinkelsensor
- 14 Drosselklappenstellungssensor
- 15 Pedalwegsensor
- 16 Niveaudrucksensor

17 Höhenkontrollschalter  
 F<sub>d</sub> Dämpfungskraft  
 M Masse  
 k Federrate  
 B Dämpfungsrate  
 s Weg  
 v Geschwindigkeit  
 a Beschleunigung  
 p Druck  
 φ Drosselklappenwinkel (phi)  
 δ Lenkwinkel (delta)

5

10

## Indizes:

A Aufbau  
 R Rad  
 B Bremse  
 N Niveau  
 F Fahrzeug  
 P Pedal  
 p passiv  
 a aktiv  
 rel relativ

15

20

25

## Patentansprüche

1. Verbundregelsystem für Kraftfahrzeuge bestehend aus mindestens einer hydraulischen Anlage mit einer Hilfsenergiequelle, aus elektronischen Kontrolleinheiten zur Steuerung oder Regelung der hydraulischen Anlage(n) und zur Verarbeitung von Signalen und aus Sensoren zur Erfassung von Meßgrößen, die die Signale an die elektronischen Kontrolleinheiten abgeben, dadurch gekennzeichnet, daß das System im wesentlichen aus ABS- und/ oder ASR-Komponenten und einer aktiven oder semi-aktiven Fahrwerksregelung besteht, daß Auswerte- und Steuerschaltkreisen in der elektronischen Kontrolleinheit zur Verarbeitung der von den ABS/ASR und Fahrwerksregelung gemeinsam zugeordneten Sensoren (11 – 17) abgegebenen Signale vorgesehen sind, daß die Auswerteschaltkreise ein Sicherheitsniveau (S) ermitteln und daß die Steuerschaltkreise in Abhängigkeit von der Bewertung dieses Sicherheitsniveaus (S) Steuersignale an die ABS/ASR-Komponenten und die Fahrwerksregelung abgeben.

30

35

40

45

2. Verbundregelsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte- und Steuerschaltkreise für ABS/ASR und Fahrwerksregelung in einem Bauelement (Mikrochip) angeordnet sind.

50

3. Verbundregelsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (11 – 17) folgende Meßgrößen erfassen bzw. Daten zu ihrer Ermittlung aufnehmen:

55

Fahrzeuglängsgeschwindigkeit (v<sub>f</sub>), Raddrehgeschwindigkeit, Lenkwinkel (δ),

Radvertikalgeschwindigkeit (v<sub>R</sub>) und Aufbaugeschwindigkeit (v<sub>A</sub>) bzw. Dämpfer- und/oder Federweg (v<sub>rel</sub>).

60

4. Verbundregelsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß von den Sensoren (11 – 17) zusätzlich eine der folgenden Meßgrößen bzw. Daten ihrer Ermittlung erfaßt wird:

65

Drosselklappenstellung (φ),

Motormoment,

Bremsdruck (p<sub>B</sub>),

Pedalweg (sp), Beladungszustand.

5. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine semi-aktive Fahrwerksregelung vorgesehen ist, die aus einem passiven (festen) und einem aktiven (veränderlichen) Dämpferanteil (B<sub>p</sub>, B<sub>a</sub>) besteht.

6. Verbundregelsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem vorgegebenen Sicherheitsniveau die Steuerschaltkreise ein Steuer-Signal abgeben, durch das der aktive Dämpferanteil (B<sub>a</sub>) um einen Betrag Δ B vermindert und der passive Dämpferanteil (B<sub>p</sub>) um einen Betrag Δ B erhöht wird gegenüber einer Normaleinstellung.

7. Verbundregelsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Signalweg zwischen den Auswerte- und den Steuerschaltkreisen ein Bandpaßfilter angeordnet ist, dessen Durchlaßbereich größtenteils zwischen Aufbau- und Rad-eigenfrequenz, insbesondere zwischen 1 und 15 Hz, liegt, daß dem Bandpaßfilter das Ausgangssignal eines die Radvertikalbeschleunigung erfassenden Sensors (12) zugeführt wird und daß die Steuerschaltkreise nur dann ein Steuer-Signal abgeben, durch das aktiver und passiver Dämpferanteil (B<sub>a</sub>, B<sub>p</sub>) vermindert bzw. erhöht werden, wenn das dem Bandpaßfilter zugeführte Signal in seinem Durchlaßbereich liegt.

8. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Beladungszustand durch die Auswerteschaltkreise durch Auswertung des Ausgangssignals mindestens eines den Niveaudruck (p<sub>N</sub>) in einem Stoßdämpfer erfassenden Sensors (16) ermittelbar ist.

9. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuglängsverzögerung durch die Auswerteschaltkreise durch Auswertung des Ausgangssignals eines den Pedalweg (sp) eines Bremspedals erfassenden Sensors (15) ermittelbar ist.

10. Verbundregelsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß von den Auswerteschaltkreisen bei jedem ungeregelten Bremsvorgang die aktuelle Relation zwischen Pedalweg (sp) und Fahrzeuglängsverzögerung ermittelbar ist, daß die ermittelte Relation in einem Speicher abspeicherbar ist, und daß zur Ermittlung des Sicherheitsniveaus (S) jeweils auf die zuletzt abgespeicherten Werte zurückgreifbar ist.

11. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von den von den Auswerteschaltkreisen ermittelten Beschleunigungen bzw. Verzögerungen sowie deren zeitlichen Ableitungen die Steuerschaltkreise Steuersignale abgeben, die eine Verminderung des Nickens des Kraftfahrzeugs bewirken.

12. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Auswerteschaltkreisen die Ausgangssignale der die Radvertikalgeschwindigkeiten (v<sub>R</sub>) oder Dämpfergeschwindigkeiten (v<sub>rel</sub>) erfassenden Sensoren (12) mit den Ausgangssignalen der die Raddrehgeschwindigkeiten erfassenden Sensoren (12) verknüpfbar sind, und daß durch die-

se Verknüpfung der Unterschied zwischen einer schlechten Wegstrecke und Reibwertveränderungen des Untergrundes ermittelbar ist.

13. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Auswertschaltkreisen das Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors (13) mit den Ausgangssignalen der die Raddrehgeschwindigkeit erfassenden Sensoren (12) verknüpfbar ist, und daß durch diese Verknüpfung von den Steuerschaltkreisen die zur Giermomentbeeinflussung bei auf beiden Fahrzeugseiten unterschiedlichen Reibwerten notwendigen Steuersignale abgebbar sind. 5

14. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Auswertschaltkreisen das Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors (13) mit den Ausgangssignalen der die Raddrehgeschwindigkeit erfassenden Sensoren (12) verknüpfbar ist, und daß durch diese Verknüpfung von den Steuerschaltkreisen bei ASR-Funktion und gleichzeitig hohem Seitenführungsbedarf Steuersignale zur Steuerung des Antriebsmoments abgebbar sind. 15

15. Verbundregelsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des den Beladungszustand ermittelnden Sensors (Niveaudrucksensor 16) die Hinterräder des Kraftfahrzeugs bei einer geregelten Bremsung nach dem "select-low"-Prinzip bzw. einzeln regelbar 20 sind. 25

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

**HANDLING**

Sensierung von Fahrzuständen

z. B.: Lenkwinkel

**RIDE**

Sensierung der Fahrbahnerregung

z. B.: Aufbaubeschleunigung

Bewertung des Fahrzustandes  
sicherheitskritisch  
↳ hart

Regelstrategie

Priorität

Dämpferansteuerung

FIG.1

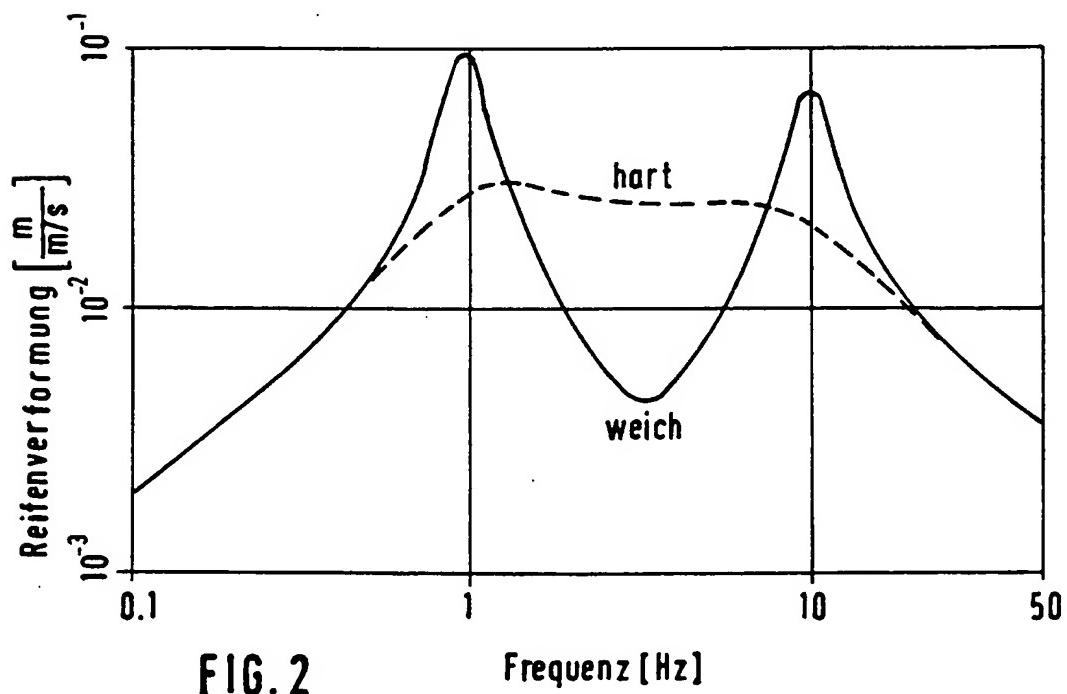


FIG. 2

Frequenz [Hz]

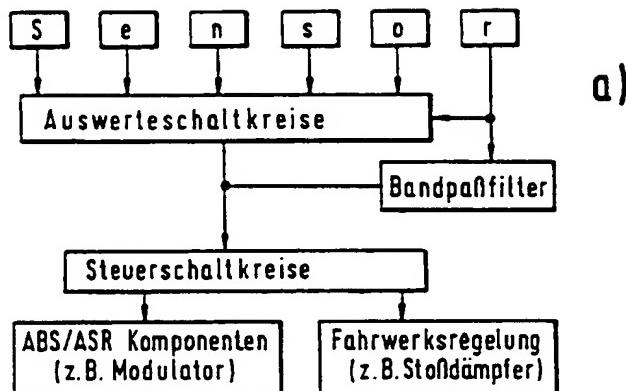
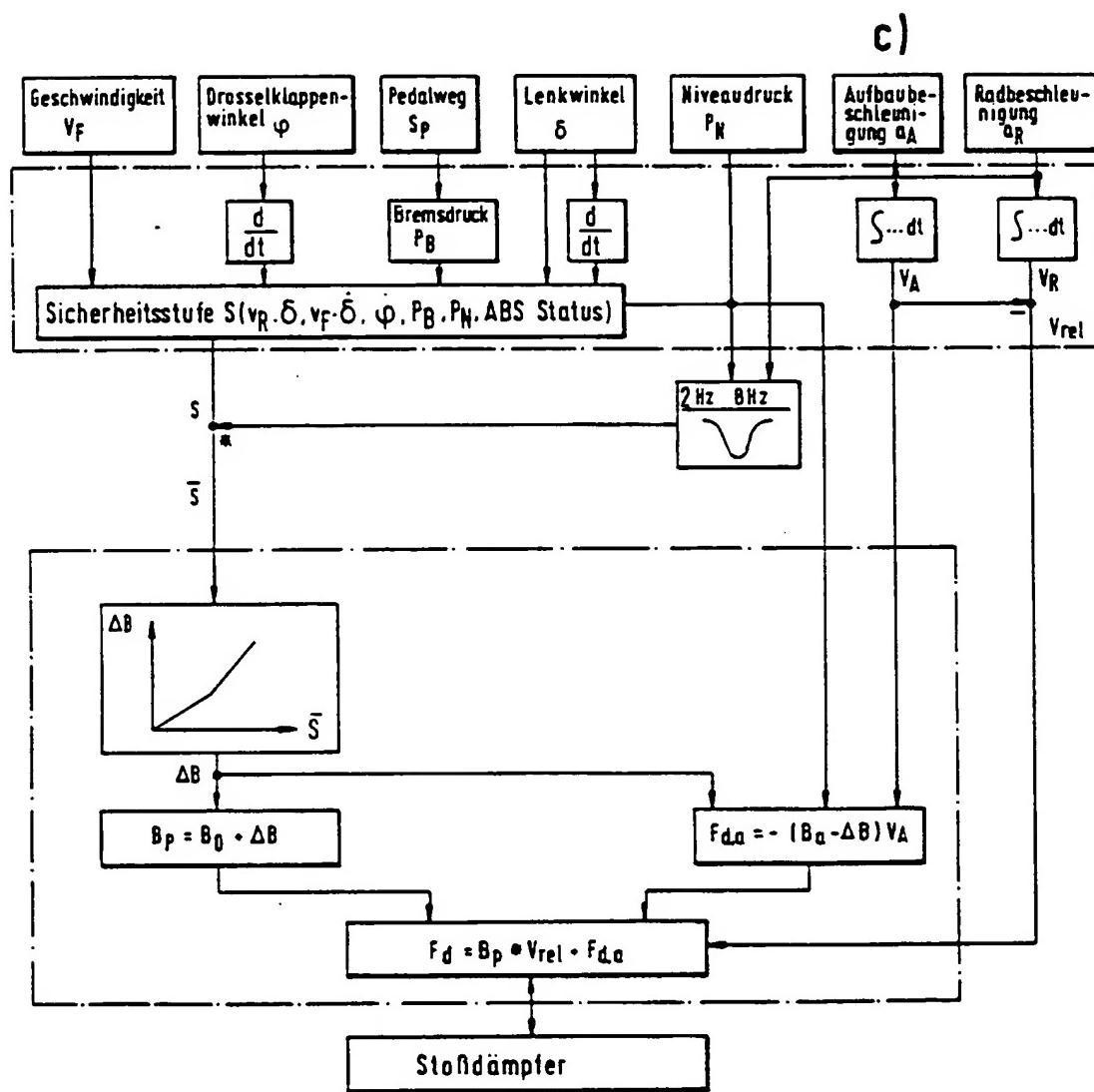


FIG. 3



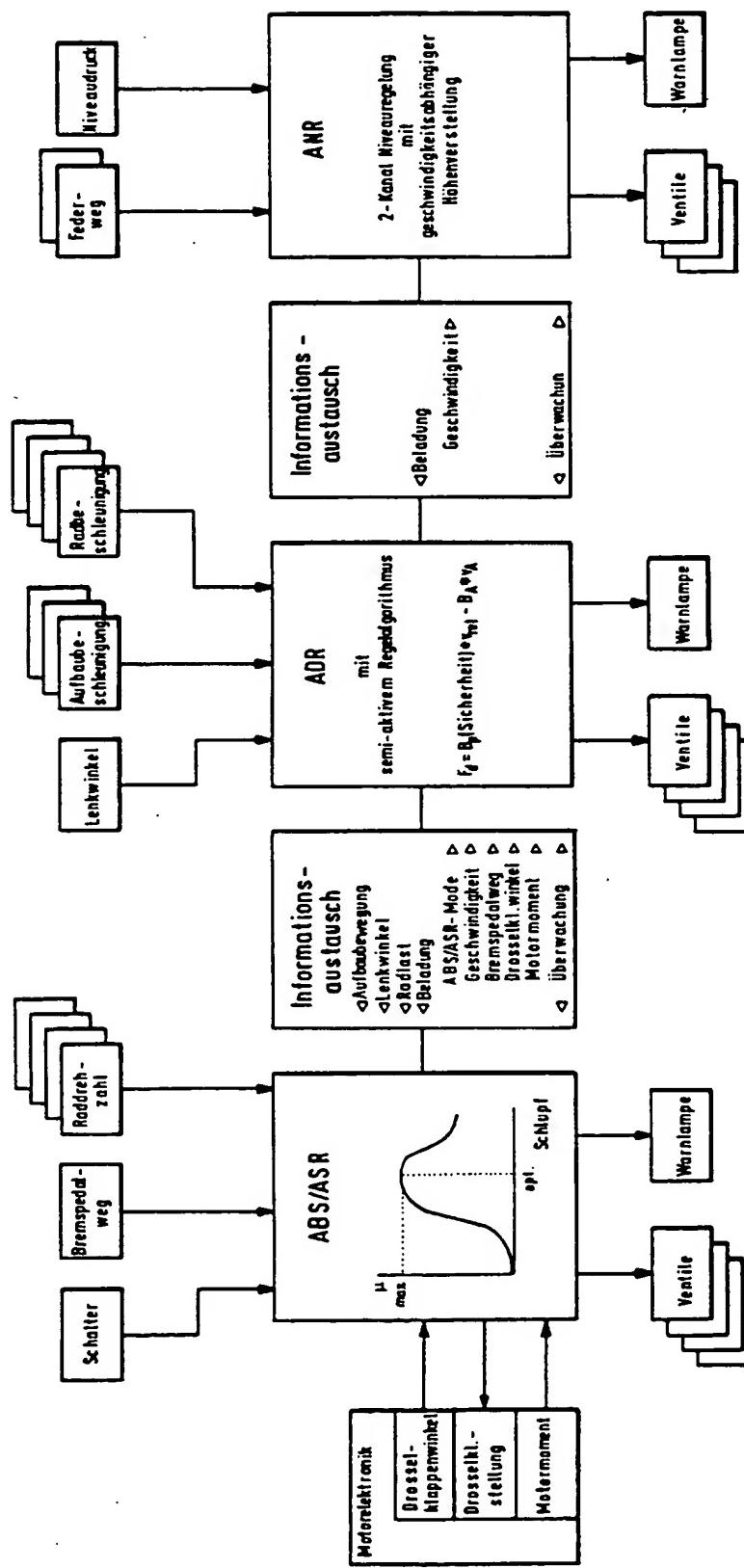


FIG. 3 b)

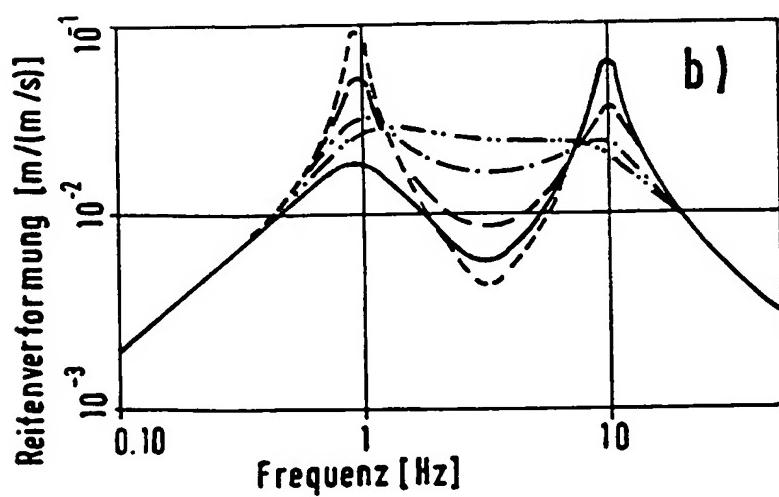
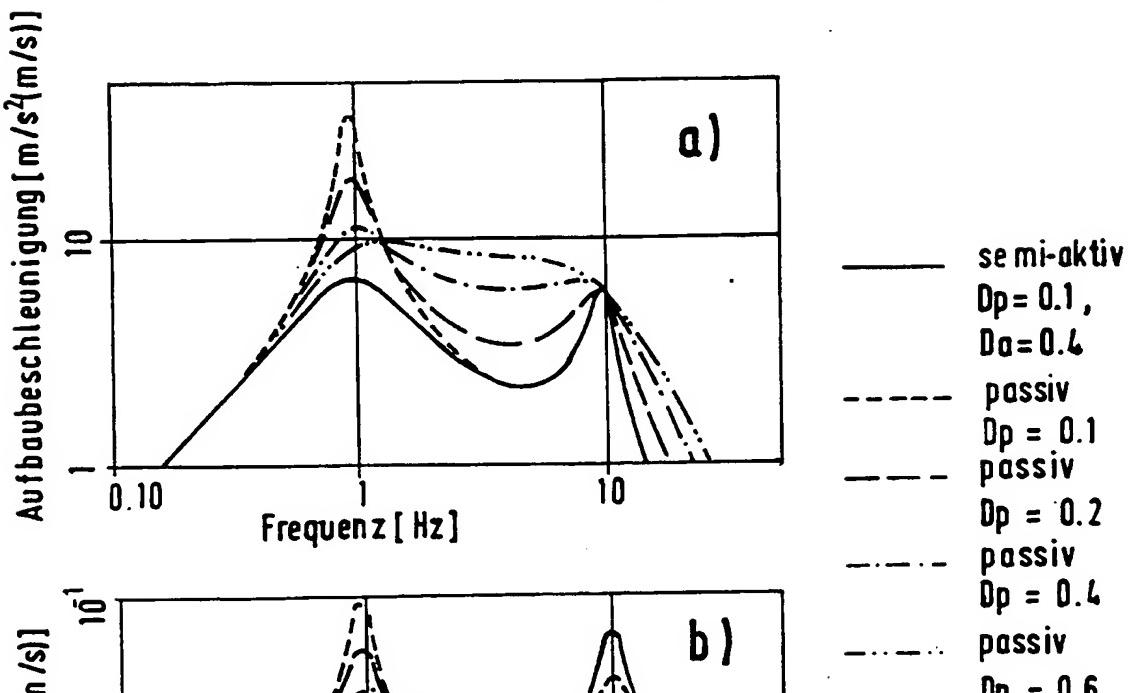
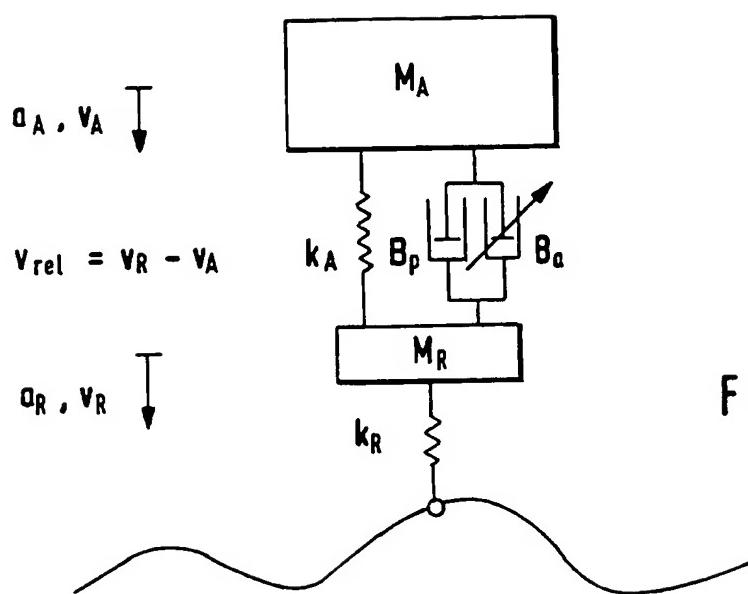


FIG. 5

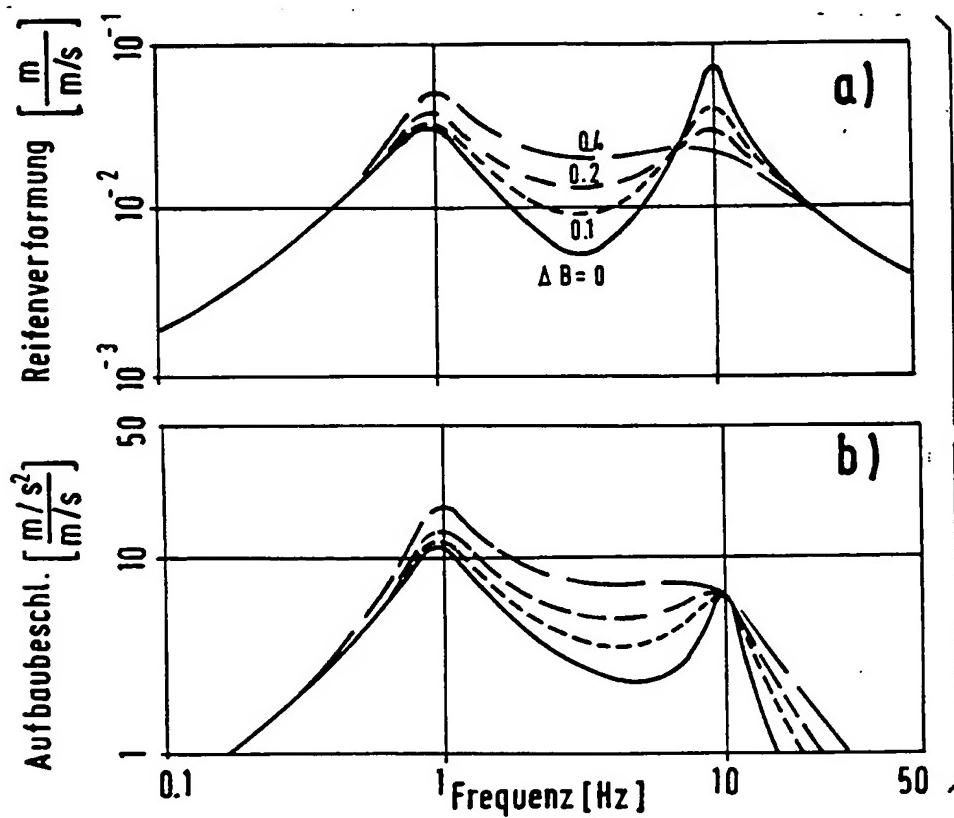


FIG. 6

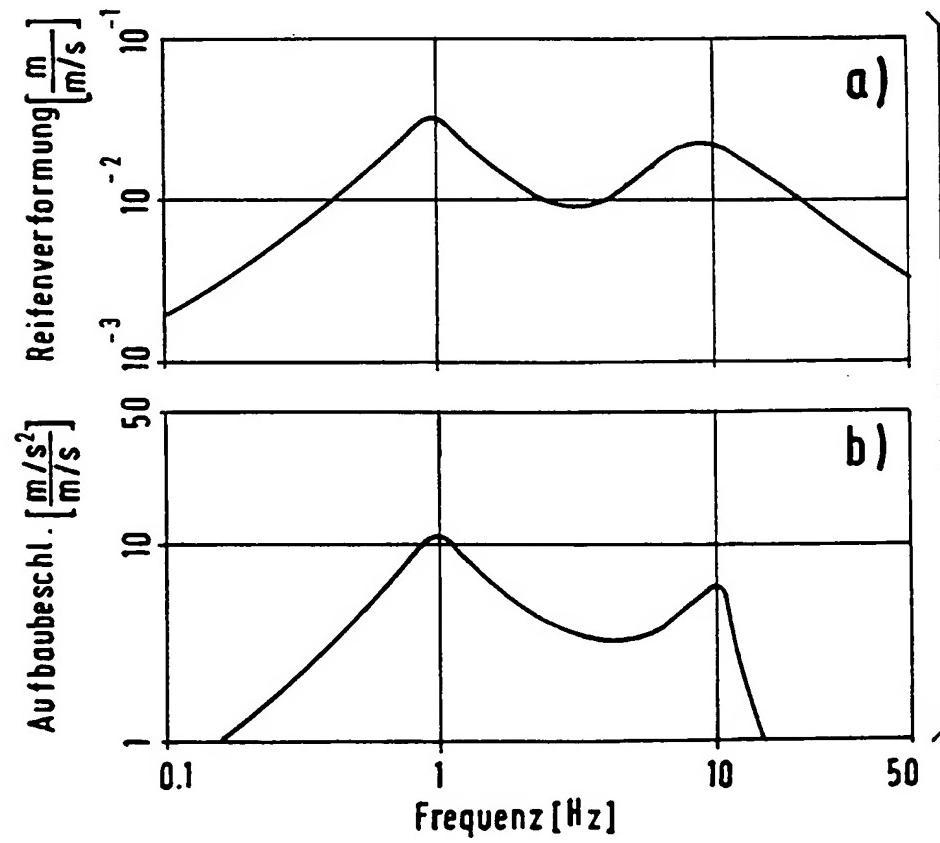


FIG. 7

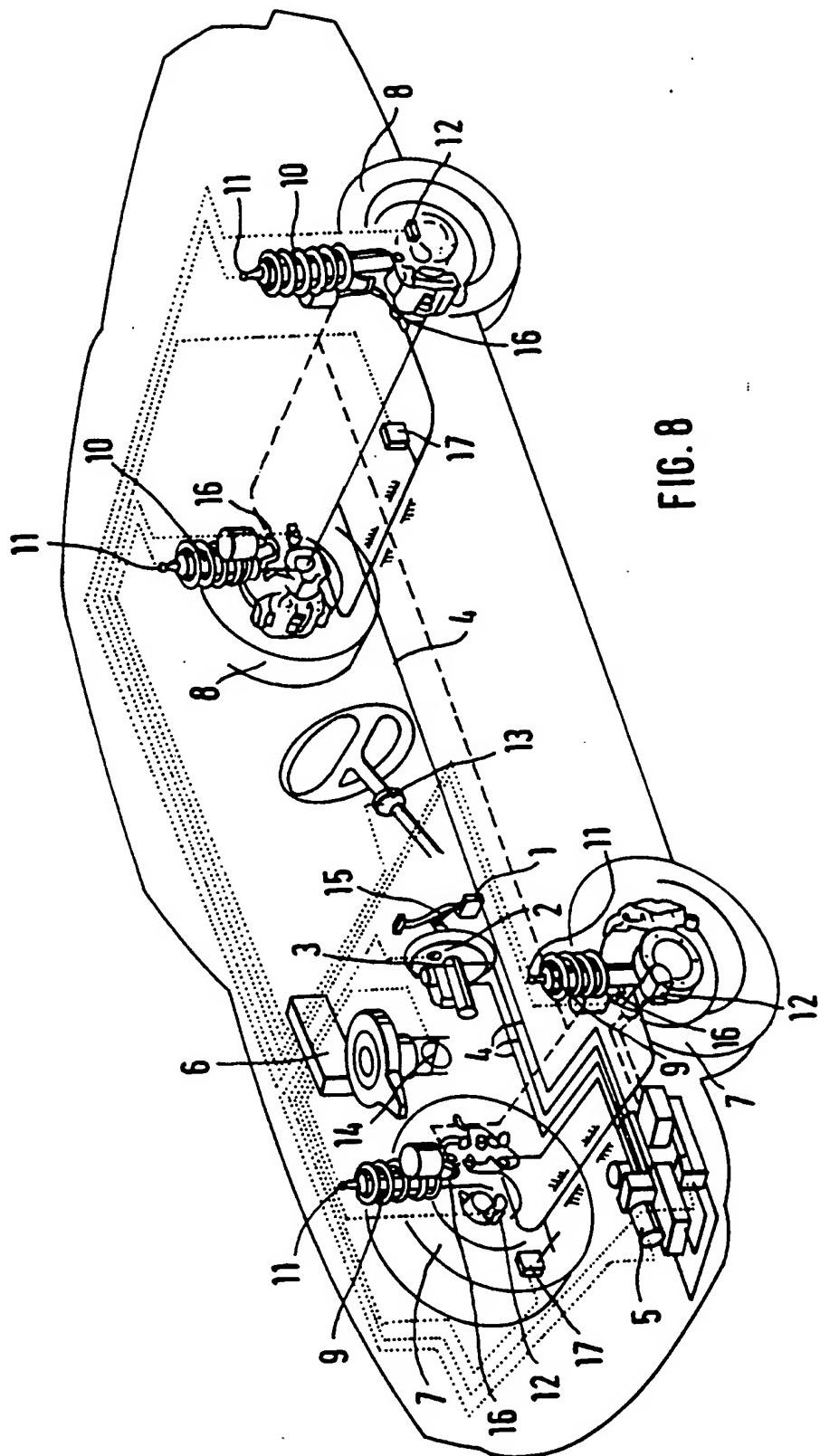


FIG. 8